

Anja Hallikainen, Evira

Anniina Holma-Suutari, Oulun yliopisto

Päivi Ruokojärvi, THL



Ympäristön saastumisen indikaattorit, poro ja hirvi esimerkkinä

Tutkimuksen taustaa

Elintarviketurvallisuusvirasto Evira teettää vuosittain vierasaineiden, esimerkiksi ympäristömyrkkujen monitorointia elintarvikkeista yhteistyönä eri sektorilaitosten, kuten Terveystieteiden ja hyvinvoinnin laitoksen (THL) ja Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen (RKTL) kanssa. Tutkimustuloksia käytetään lainsäädäntötyöhön ja vierasaineille altistumisen arviointiin. Ne palvelevat usein myös valvonnan tarpeita. Vuosina 2003 ja 2005 monitoroinnin kohteena olivat pysyvät orgaaniset yhdisteet (POP) poron lihassa, jolle EU:n lainsäädäntötyössä oli ehdotettu samaa enimmäispitoisuusrajaa kuin nautaeläimille.

Monitoroinnin tuloksena havaittiin, että poron vasojen lihanäytteissä POP-yhdisteisiin kuuluvien dioksiinien ja dioksiinien kaltaisten PCB-yhdisteiden summa ylitti osittain niille ehdotetun enimmäispitoisuusrajan. Vasojen pitoisuudet olivat huomattavasti suuremmat kuin aikuisen poron lihassa. Tilanne oli yllättävä ja huolestuttavakin, koska juuri vasaota käytetään ravintona; 75 % teurastetuista poroista on vasaota.

Tästä seurauksena EU-tason neuvotteluissa vierasaineasetuksesta 1881/2006 päätettiin jättää toistaiseksi tarhatut eläimet, joihin porokin kuuluu, pois. Lisää tutkimustuloksia kuitenkin kaivattiin POP-yhdisteiden pitoisuuksista sekä kerääntymisestä poroon ja kulkeutumisesta elimiin, sikiöön ja vasaan.

Myös hirven POP-yhdisteiden pitoisuudet alkoivat herättää kiinnostusta ja tutkimustarpeita, koska Suomessa metsästetään vuosittain noin 100 000 hirveä ravinnoksi. Suomalainen syö hirvenlihaa

keskimäärin 2,5 kg vuodessa. Poronlihan kulutus puolestaan on suuri erityisesti Lapissa, vaikka keskimäärin sitä syödään vain 0,5 kg vuodessa.

Ympäristömyrkkujen kulkeutuminen luonnon ravinnosta poroon ja hirveen

Porosta ja hirvestä tutkittiin dioksiinien ja PCB-yhdisteiden lisäksi myös palonestoaineita, PBDE-yhdisteitä. Näitä samoja ympäristömyrkkyjä on kartoitettu aikaisemmin lähinnä Itämeren kaloista, kuten silakasta ja lohesta. Tulokset ovat kertoneet sekä kalan syöntikelpoisuudesta että ympäristön tilasta. Vastaavasti maaeläinten kuten poron ja hirven ympäristömyrkkujen pitoisuudet toimivat maaperän ympäristöindikaattoreina.

Tutkimuksessa on myös analysoitu pitoisuusvaihteluja eri alueiden poro- ja hirvikannoissa. Hirvet ja porot altistuvat ravinnossaan vierasaineille. Hirvet syövät puiden oksia ja kuorta sekä lehtiä ja heinäkasveja. Porojen ravintoon kuuluvat heinä- ja putkilokasvit, lehdet ja jäkälä. Tarhatuille poroille voidaan antaa lisäksi rehua, mikä onkin yleinen käytäntö etenkin eteläisellä poronhoitoalueella.

Näytteenotto

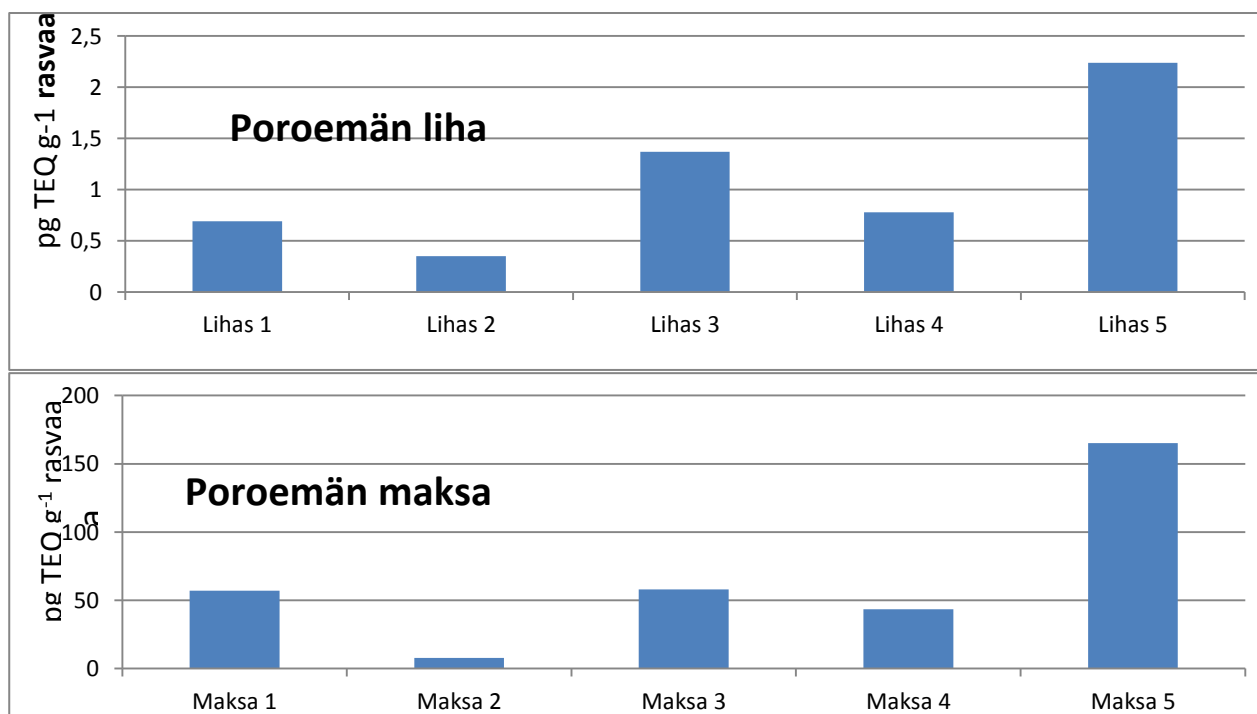
Vuosina 2006-2010 tutkittiin reilusti yli sata poro- ja hirvinäytettä. Näytteet kerättiin kattavasti koko pohjoisen Suomen poronhoitoalueelta sekä yksilönäytteinä että useammasta yksilönäytteestä koostuvina yhteisnäytteinä eli puuleina. Tutkittaviin näytteisiin kuului sekä lihasnäytteitä että maksa-, poronmaito-, jäkälä- ja sadevesinäytteitä.

Vuonna 2010 yhteistyönä Oulun yliopiston kanssa poroista tutkittiin viiden eri poron lihan ja maksan POP-yhdisteet. Samasta ryhmästä poroja otettiin näytteet myös kahden poron vasojen lihasta ja maksasta sekä maitonäytteet. Lisäksi saman ryhmän kahden tiineen poron sikiöistä saatiin sekä liha- että maksanäytteet. Lisäksi tutkittiin näiden kahden aikuisen poron veri- ja istukkanäytteet. Viidennestä porosta tutkittiin liha ja maksa sekä sikiön liha ja istukka.

Hirvistä on otettu lihas- ja maksanäytteitä vuosina 2003-2012. Viimeksi tutkittiin vuonna 2012 kuusi hirven maksanäytettä, joista jokaiseen oli yhdistetty 1-3 hirven maksat, toisin sanoen näytteet olivat puulattuja tuloksen paremman luotettavuuden varmistamiseksi.

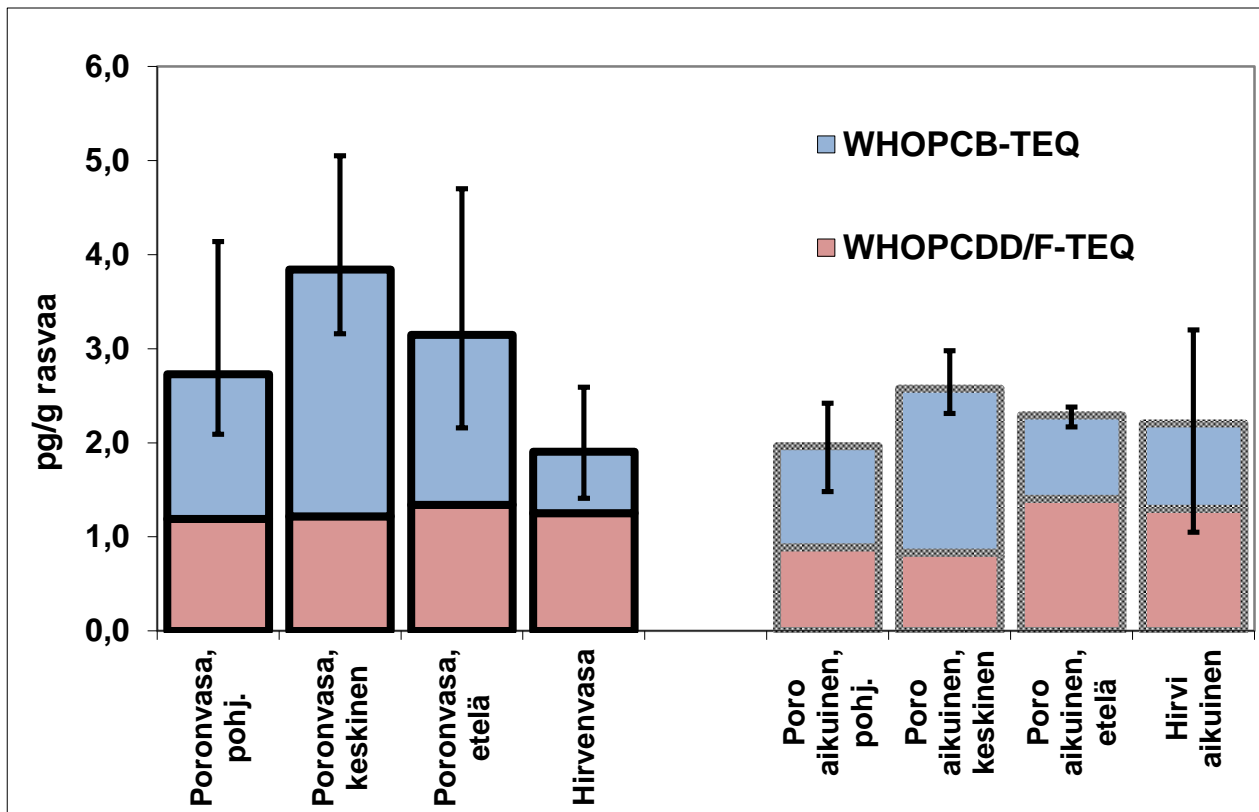
Porojen vierasainetutkimuksen tulokset

Tutkimustulokset porolla osoittivat, että dioksiini- ja PCB-pitoisuudet vasojen lihassa ja maksassa ovat suuremmat kuin aikuisilla poroilla. Lisäksi sekä vasan että aikuisen poron maksojen dioksiini- ja PCB-pitoisuudet olivat huomattavasti suuremmat kuin lihassa (Kuva 1). Dioksiini- ja PCB-pitoisuudet sekä sikiön lihassa että maksassa olivat verrattain pieniä, mikä osoittaa sen, että istukka toimii tässä tapauksessa suojaumurina emän ja sikiön välillä. Vasat saavat yhdisteitä elimistöönsä maidon mukana, ja vasojen suuremmat pitoisuudet voivat selittyä mm. sillä, että niiden ruumiinkoko on pienempi kuin aikuisilla poroilla ja myös sillä, että teurastus tapahtuu melko pian maidontuotantokauden päätyttyä. Eviran monitorointitulokset ovat selkeästi osoittaneet, että dioksiinien ja PCB-yhdisteiden siirtyminen emän maidosta vasaan on merkittävämpää kuin näiden yhdisteiden kulkeutuminen ja keraantuminen istukan kautta sikiöön. Tämä tulos myötäilee myös muita havaintoja samasta aiheesta.



Kuva 1: Dioksiini- ja PCB-summapitoisuudet (toksisina ekvivalentteina) poroemän lihaksessa ja maksassa.

Vuoden 2006 poronäytteissä suurimmat dioksiinien ja PCB-yhdisteiden pitoisuudet havaittiin keskisellä poronhoitoalueella, joka poikkeaa pohjoisista ja eteläisistä näytteenkeräysalueista siten, että se on ainoa alue, jossa porot ovat luonnonravinnolla ilman lisäruokintaa (Kuva 2). Täten luonnonravinnon käytön ja POP-pitoisuuksien välillä näyttää olevan selvä positiivinen yhteys. Lisäksi keskisen alueen porojen liha oli rasvaisempaa kuin muiden alueiden, mikä voi selittää näiden rasvaliukoisten yhdisteiden tehokkaan kertymisen. Eläimille käytetyn rehun tiedetään olevan puhdasta POP-yhdisteistä kun taas luonnonravinto sisältää ilmalaskeuman mukana tulleita yhdisteitä, kuten dioksiineja ja PCB-yhdisteitä.



Kuva 2: Poro- ja hirvivasojen sekä aikuisten porojen ja hirvien dioksiini- ja PCB-pitoisuudet poronhoitoalueella.

Mielenkiintoista näissä monitorointitutkimuksissa oli se, että PBDE-yhdisteet käyttäytyivät hyvin eri tavalla kuin dioksiinit ja dioksiinin kaltaiset PCB-yhdisteet porosta otetuissa näytteissä. Niiden pitoisuudet poron vasan lihassa ja maksassa olivat pienemmät kuin aikuisella porolla. PBDE:t liikkuvat tehokkaasti, toisin kuin dioksiinit ja PCB:t, istukan kautta sikiön lihaan ja maksaan, joissa mitatut pitoisuudet olivat suuremmat kuin poroemällä tai vasalla. Myös sikiön maksassa PBDE-pitoisuudet olivat pienemmät kuin sikiön lihaksessa.

Koska maksan tehtävä on aineenvaihdunnassa muokata vierasaineita yleensä myrkyttömimmiksi ja elimistöstä helpommin erittyviksi, voidaan näiden tulosten perusteella arvata, että ainakin PBDE:n metaboloituminen maksassa vaikuttaa tulokseen. Emme ole tutkineet metaboliatuotteita, vaan alkuperäisyhdistettä, PBDE:tä, joka on muuttunut aineenvaihdunnan myötä muotoon, jota emme tunne ja josta on jäljellä vain vähän.

Hirvi ja poro vertailussa

Dioksiini- ja PCB-pitoisuudet aikuisen hirven ja hirvenvasan lihassa ovat pieniä, eivätkä eroa suuresti toisistaan. Hirven maksan dioksiini- ja PCB-pitoisuudet ovat selvästi pienempiä kuin poron vastaavat pitoisuudet. Sen sijaan palonestoaineet, PBDE:t, ovat kerääntyneet hirven lihaan suuremmassa määrin kuin poron lihaan. Hirven kohdalla ei havaittu alueellisesti merkittäviä eroja dioksiini- ja PCB-yhdisteiden pitoisuuksissa; hirvi onkin koko maassa pelkästään luonnonravinnolla elävä riistaeläin ja altistuminen vierasaineille on tasaisempaa.

PBDE-yhdisteiden osuus hirven maksassa on pienempi kuin lihaksessa, siis samoin kuin porossakin. Kuitenkin hirven maksassa PBDE-pitoisuudet ovat selvästi pienempiä kuin poron maksassa ja lihaksessa.

Maaeläimet ympäristöindikaattoreina

Ympäristön kemikalisoituminen ei ole uusi ilmiö. Vierasaineita on esiintynyt ympäristössä ja eliöissä jo vuosikymmeniä. Yhdisteiden pitoisuudet ovat vähentyneet kemikaalien päästöjä koskevan lainsäädännön tiukentuessa ja erilaisten teollisten puhdistusprosessien kehittyessä aikaisempaa paremmiksi; silti ympäristön haitalliset aineet ovat edelleen ajankohtainen aihe. Monien myrkyllisten aineiden olemassaolo eliöissä ja ympäristöissä voidaan todeta vasta tarkkojen mittausten avulla. Pitoisuuksien ollessa pieniä ne eivät välttämättä aiheuta havaittavia terveysongelmia ennen kuin pitkän kertymäjakson kuluttua. POP-yhdisteiden on havaittu eläinkokeissa aiheuttavan mm. kehitys- ja lisääntymishäiriöitä, syöpää ja immunitetin heikentymistä.

POP-yhdisteiden kemialliset ja fysikaaliset ominaisuudet tekevät niistä helposti kertyviä luonnon ravintoketjuissa. Rasvaliukoiset yhdisteet kerääntyvät ja rikastuvat erityisesti ravintoverkostojen ylimmillä portailla oleviin petoeläimiin, ihminen mukaan luettuna. Kasvinsyöjämaaeläimet, kuten poro ja hirvi, toimivat hyvin ”1. asteen hälyttäjinä”, sillä niiden sijainti on jo ravintoketjun alkupäässä.

Pohjoisia alueita kasveineen ja eläimineen on totuttu pitämään erityisen puhtaina luonnonympäristöinä. Näin monin paikoin onkin. Kuitenkin sateen ja lumen mukana pohjoisille alueille laskeutuu yhdisteitä, joiden alkuperä voi olla tuhansien kilometrien päässä. Vaikka suuri osa haitallisista aineista onkin peräisin eteläisempien leveysasteiden voimakkaasti teollistuneilta alueilta, on pohjoisilla alueilla myös paikallisia pistekuormittajia. Näitä ovat mm. jätteenpolttolaitokset, metallisulattamot ja liikenne.

Evirassa on 2000-luvulla kerätty tietoa poron ja hirven sisältämien ympäristömyrkkujen pitoisuuksista. Tulevaisuutta ajatellen tieto on arvokasta, koska voimme ja meidän valvontaviranomaisina tuleekin seurata aika ajoin myrkkujen pitoisuuksien muutoksia näissä indikaattoreina toimivissa eläimissä. Seuranta ja tutkimus pyrkivät takaamaan elintarvikkeiden puhtauden ja turvallisuuden.

Kirjallisuusviitteet

Suutari, A., Hallikainen, A., Ruokojärvi, P., Kiviranta, H., Nieminen, M., Laaksonen, S. 2012. Persistent organic pollutants in Finnish reindeer (*Rangifer tarandus tarandus* L.) and moose (*Alces alces*). *Acta Veterinaria Scandinavica* 54 (Suppl 1): S11.

Suutari, A., Ruokojärvi, P., Hallikainen, A., Kiviranta, H., Laaksonen, S. 2009. Polychlorinated dibenzo-*p*-dioxins and polychlorinated biphenyls in reindeer (*Rangifer tarandus tarandus*) and moose (*Alces alces*) meat in Finland. *Chemosphere* 75 (5), 617-622.